



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11) **EP 1 092 943 A1**(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.04.2001 Patentblatt 2001/16

(51) Int. Cl.⁷: G01B 9/02, G01J 3/453,
A61B 3/107

(21) Anmeldenummer: 00120888.3

(22) Anmeldetag: 26.09.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

• Carl Zeiss Stiftung Trading as Carl Zeiss
89518 Heidenheim (DE)
Benannte Vertragsstaaten:
GB

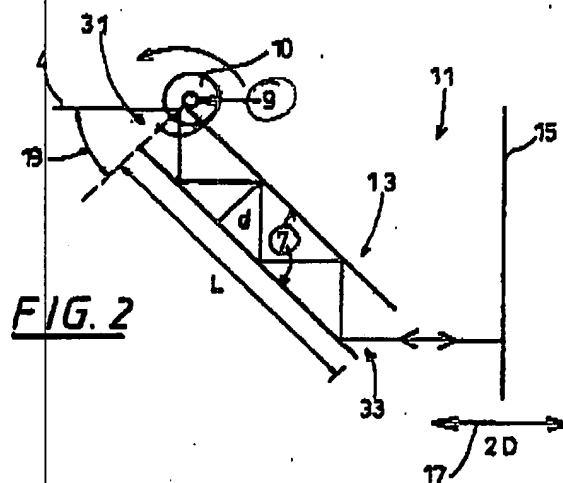
(30) Priorität: 15.10.1999 DE 19949760

(72) Erfinder:
• von Behren, Jens, Dr.
86633 Neuburg/Donau (DE)
• Hauger, Christoph, Dr.
73431 Aalen (DE)
• Höller, Frank, Dr.
73434 Aalen (DE)

(71) Anmelder:
• Carl Zeiss
89518 Heidenheim (Brenz) (DE)
Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(54) **Interferometer mit drehbarem Fabry Perot**

(57) Interferometeranordnung (1) mit einem Referenzweig (5, 105) und einem Meßweig (3, 103), wobei der Referenzweig (5, 105) zwei zueinander gewandt angeordnete reflektierende Flächen (7, 107) aufweist, wobei die reflektierenden Flächen (7, 107) um eine gemeinsame Drehachse (9, 109) rotiert werden.



EP 1 092 943 A1

BEST AVAILABLE COPY

EP 1 092 943 A1

2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Interferometer gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der US 5,270,789 ist eine Interferometeranordnung mit einem Meßzweig und einem Referenzzweig bekannt. Im Referenzzweig ist ein weiteres Interferometer zur Variation der optischen Weglänge des Referenzstrahls vorgesehen. Beispielsweise ist im Referenzzweig eines Michelson Interferometers ein Fabry-Perot Interferometer angeordnet. Durch dieses Fabry-Perot Interferometer wird erreicht, daß der mit dem Meßstrahl zu überlagernde Referenzstrahl eine Vielzahl an Strahlenbündeln, denen in Abhängigkeit von der Anzahl an Reflexionen in dem Fabry-Perot Interferometer jeweils unterschiedliche optische Wege zuzuordnen sind, umfaßt. Der Meßstrahl und der Referenzstrahl werden überlagert, wobei mittels eines zugeordneten Detektors Interferenzerscheinungen detektierbar sind. In Abhängigkeit der Intensität einer detektierten Interferenzerscheinung kann auf die Ordnung des interferierenden Strahlenbündels des Referenzstrahles geschlossen werden und somit auf den optischen Weg des betreffenden Strahlenbündels des Referenzzweiges geschlossen werden. Die einzelnen Strahlenbündel des Referenzzweiges weisen jeweils zur nächsten Ordnung einen konstanten Unterschied des zurückgelegten optischen Weges auf. Um Interferenzerscheinungen zu erzeugen, ist im Meßzweig ein translatorisch beweglicher Spiegel angeordnet, der um mindestens diesen konstanten Weg zwischen zwei Ordnungen des Referenzstrahles verfahrbar ist.

[0003] Nachteilig ist bei dieser Anordnung, daß die Intensitäten der einzelnen Strahlenbündel mit zunehmender Ordnung stark abnehmen, wodurch der Bereich an unterschiedlichen optischen Weglängen, der durch die Strahlenbündel des Referenzzweiges abgedeckt wird, begrenzt ist. Für die Detektion von Interferenzerscheinungen mit Strahlenbündeln des Referenzstrahles höherer Ordnung ist eine empfindliche Sensorik erforderlich. Die Intensitätsunterschiede der Interferenzerscheinungen sind gerade mit zunehmender Ordnung der benachbarten Ordnungen sehr gering. Demzufolge kann eine zusätzliche Anordnungen zur Verbesserung des Signal Rauschverhältnis erforderlich sein, um einen akzeptablen Meßbereich abzudecken.

[0004] Weiterhin sind Interferometeranordnungen bekannt, die im Referenzzweig einen verfahrbaren Reflektor zur Veränderung des vom Referenzstrahl zurückgelegten Weges aufweisen. Nachteilig ist bei solchen Anordnungen, daß die Verfahrensgeschwindigkeit dieses Spiegels stark beschränkt ist. Somit können nur geringe Wegunterschiede in einer akzeptablen Zeit realisiert werden bzw. es ist für ein Abscannen eines großen Wegbereiches eine relativ große Scandauer einzukalkulieren.

[0005] Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde eine Vorrichtung zu schaffen, mittels derer der von

einem Referenzstrahl zurückgelegten Weges schnell über große Bereiche variiert werden kann.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die im Patentanspruch 1 gegebene Merkmale gelöst. Durch die Maßnahme in einem Referenzzweig reflektierende Flächen anzuordnen, die unter Beibehaltung ihrer relativen Anordnung um eine Drehachse rotierbar sind, kann die optische Weglänge des Referenzzweiges über einen großen Bereich in kurzer Zeit variiert werden. In Abhängigkeit von dem Winkel, den der Referenzstrahl mit den reflektierenden Flächen beim ersten Auftreffen auf eine reflektierende Fläche einschließt, variiert die Anzahl der Reflexionen zwischen diesen reflektierenden Flächen und demzufolge der vom Referenzstrahl zurückzulegende Weg.

[0007] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt den reflektierenden Flächen einen Drehantrieb zuzuordnen, durch den diese Flächen rotierend antreibbar sind. Insbesondere ist auch ein Antrieb mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit erforderlich, um den mit der Auswertung verbundene Aufwand gering zu halten.

[0008] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, daß die reflektierenden Flächen eine Reflektivität von mindestens 90 %, vorzugsweise 99 % aufweisen. Dadurch wird gewährleistet, daß die Intensität des Referenzstrahles in Abhängigkeit von der Anzahl der Reflexionen zwischen den beiden reflektierenden Flächen nur in geringem Maße abnimmt. Dadurch wird gewährleistet, daß der Referenzstrahl bei einer hohen Anzahl an Reflexionen zwischen den reflektierenden Flächen nur eine geringfügig verringerte Intensität im Vergleich zum Referenzstrahl vor Einfall zwischen die reflektierenden Flächen aufweist.

[0009] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt die reflektierenden Flächen parallel im Abstand D zueinander gewandt anzuordnen. Durch den konstanten Abstand D zwischen den reflektierenden Flächen wird der Rechenaufwand minimiert, da in Abhängigkeit vom Einfallswinkel beim Einfall in den durch die reflektierenden Flächen gebildeten Strahlenleiter insbesondere bei hohen Ordnungen der Wegunterschied zwischen den Ordnungen annähernd $2 \times D$ beträgt. Es ist die Näherung angenommen worden, daß der Kosinus des Einfallswinkels ungefähr 1 ist. Dies gilt insbesondere bei kleinen Winkeln zwischen dem einfallenden Strahl und dem Lot der reflektierenden Flächen, d.h. für den Bereich der langen für den Referenzstrahl zurückzulegenden Wege.

[0010] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt die Drehachse im Bereich einer vorderen Öffnung des durch die reflektierenden Flächen gebildeten Strahlenleiters anzuordnen. Dadurch kann die Einkopplung des Referenzstrahles über einen großen Winkelbereich gewährleistet werden, ohne daß der Verlauf des Strahlenganges des Referenzstrahles angepaßt werden muß. Durch den Einfallswinkel wird die Anzahl der Reflexionen zwischen den reflektierenden Flächen bzw. in dem Strahlenleiter vorgegeben. Somit variiert der von

EP 1 092 943 A1

4

dem Referenzstrahl zurückzulegende optische Weg über einen großen Bereich.

[0011] Es sich als vorteilhaft herausgestellt, daß der Strahlteiler mit der Drehachse fest verbunden ist.

[0012] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist ein Endspiegel vorgesehen, der den reflektierenden Flächen zugeordnet ist. Dieser Endspiegel ist senkrecht zum Referenzstrahl vor Einkoppelung in den Strahlenteiler angeordnet. Dadurch wird gewährleistet, daß der aus dem Strahlenteiler austretende Strahl durch Reflexion an den Endspiegel in sich zurückreflektiert wird. Ist die Winkelgeschwindigkeit des Strahlteilers gering, so läuft der am Endspiegel reflektierte Referenzstrahl annähernd den selben Weg durch den Strahlenteiler wieder zurück.

[0013] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, daß der Endspiegel translatorisch verfahrbar ist, so daß eine stufenlose Variation des optischen Weges im Referenzzweig bereitgestellt werden kann.

[0014] Anhand einiger Ausführungsbeispiele wird in folgenden die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: Interferometeranordnung;

Figur 2: Drehspiegelanordnung;

Figur 3: graphische Darstellung der Intensität in Abhängigkeit von der Anzahl an Reflexionen;

Figur 4: vergrößerter Ausschnitt aus Fig. 3;

Figur 5: Positionsbestimmung mittel einer Interferometeranordnung und

Figur 6: schematische Darstellung der Signalabfolge.

[0015] Die in Figur 1 gezeigte Interferometeranordnung 1 weist eine Strahlungsquelle 25, die Weißlicht abgibt, auf. Der von der Strahlungsquelle 25 abgegebene Strahl 26 trifft auf einen winklig im Strahlengang angeordneten Strahlenteiler 27, durch den der von der Strahlungsquelle 25 abgegebene Strahl aufgeteilt und die Teilstrahlen in einen Meßzweig 3 und in einen Referenzzweig 5 eingekoppelt werden. Vorzugsweise ist der Strahlenteiler 27 unter einem 45° Winkel im Strahlengang angeordnet. Die in den Referenzzweig 5 eingekoppelte Strahlung passiert eine Drehspiegelanordnung 2, die anhand von Figur 2 im folgenden näher beschrieben wird, und wird an einem Endspiegel 15 reflektiert, der senkrecht zum Strahlengang des Referenzzweiges 5 angeordnet ist. Die reflektierte Strahlung durchläuft nochmals die Drehspiegelanordnung 2 und trifft wiederum auf den Strahlenteiler 27, wobei der Anteil der Strahlung, der den Strahlenteiler passiert auf einen Detektor 29 fällt. Auf diesen Detektor

29 fällt ebenfalls die aus dem Meßzweig 3 zurücklaufende Strahlung die am Strahlenteiler 27 reflektiert wird.

[0016] Im folgenden wird anhand von Figur 2 ein Ausführungsbeispiel einer Drehspiegelanordnung 2 näher beschrieben. Diese Drehspiegelanordnung 2 weist reflektierende Flächen 7 auf. Durch diese reflektierenden Flächen 7, ein Spiegelsystem 11 bildend, ist ein Strahlenteiler 13 bereitgestellt. Die reflektierenden Flächen 7 weisen jeweils eine Längenerstreckung von L auf und sind im Abstand D parallel zueinander angeordnet. Die reflektierenden Flächen 7 sind zueinander gewandt angeordnet. Dispersionseffekten werden vermieden, indem zwischen den reflektierenden Flächen 7 kein Glas angeordnet ist. Einer der reflektierenden Flächen 7 ist mit einer Drehachse 9 fest verbunden, die mittels eines Drehantriebes 10 rotatorisch antreibbar ist. Durch Ansteuerung des Antriebes 10 wird das durch die reflektierenden Flächen 7 gebildete Spiegelsystem 11, wobei sich die relative Lage der reflektierenden Flächen 7 zueinander nicht ändert, in Rotation versetzt. Diesen reflektierenden Flächen 7 ist ein Endspiegel 15 zugeordnet, der senkrecht zu einem Strahl 4 des Referenzzweiges 5 angeordnet ist. Der Strahl 4 wird in das durch die reflektierenden Flächen 7 gebildete Spiegelsystem 11 eingekoppelt, wobei der aus dem Spiegelsystem 11 heraustretende Strahl parallel zum einzukoppelnden Strahl 4 verläuft. Der Endspiegel 15 ist um eine Verfahrlänge von mehr als $2 \cdot D$ translatorisch in Richtung des Strahls des Referenzzweiges 5 verfahrbar. Beispielsweise kann der Endspiegel 15 mittels eines Galvanometers angetrieben werden. Da die Galvanometer der üblichen Bauart einen maximalen Stellweg 7 von 1 cm erlauben, sind die reflektierenden Flächen 7 maximal mit einem Abstand von 5 mm zueinander anzuordnen. Durch vorsehen von einer Translationsbühne ist ein maximaler Stellweg des Endspiegels 15 von 20 cm erreichbar.

[0017] In Figur 3 und 4 ist unter Annahme einer Reflektivität der reflektierenden Platten 7 von 99% die Intensität des Strahls nach passieren der Drehspiegelanordnung 2 in beiden Richtungen graphisch dargestellt. Weiterhin ist die Anzahl der Ordnungen, der vom Referenzstrahl zurückzulegende optische Weg und die Intensität des die Drehspiegelanordnung in Richtung auf den Strahlenteiler verlassenden Referenzstrahls dargestellt.

[0018] Figur 4 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt des Einfallswinkelbereiches 18 von 12° bis 30° aus der Figur 3. Der zwischen den Ordnungssprüngen durch die alleinige Drehspiegelanordnung 2 nicht abgedeckte Bereich des optischen Weges wird durch die Verfahrbarkeit des Endspiegels 15 mit dem Stellweg 17 bereitgestellt. Für Winkelbereiche, in denen die Näherung von $\cos \alpha \approx 1$ nicht mehr angenommen werden kann, muß der Winkel bei der Berechnung des zurückgelegten optischen Weges mit einbezogen werden. Daraus resultiert, daß der Endspiegel um mehr als den zweifachen Abstand der reflektierenden Flächen verfahrbar

EP 1 092 943 A1

6

sein muß. Für den optischen Weg gilt:

$$SS(\psi) = 2 \cdot (S(\psi) \cdot n(\psi) + L \cdot (1 - \sin(\psi)))$$

für die Intensität gilt somit:

$$I(\psi) = 0,99^{2 \cdot n(\psi) - 1}$$

[0019] Anhand von Figur 5 wird eine Vorrichtung beschrieben, mittels derer die Position eines Bauteils mittels einer Interferometeranordnung gemäß der vorangegangenen Beschreibung durchführbar ist. Im Anschluß an die Vorrichtungsbeschreibung wird das Verfahren zur Positionsbestimmung näher beschrieben.

[0020] Die dargestellte Vorrichtung zur Positionsbestimmung 100 mittels einer Interferometeranordnung 101 weist als Lichtquelle 123 eine Superlumineszenzdiode 125 auf. Die Superlumineszenzdiode 125 stellt eine Weißlichtquelle dar. Die von der Superlumineszenzdiode 125 abgegebene Strahlung wird in eine Faseroptik 107, vorzugsweise eine Monomodfaser, eingekoppelt und die Faseroptik 107 ist derart ausgewählt, daß der von der eingekoppelten Strahlung innerhalb der Faseroptik zurückgelegte optische Weg bekannt ist. Diese eingekoppelte Strahlung gelangt über die Faseroptik 107 zu einem Mixer 127, durch den diese Strahlung einerseits in einen Meßzweig 103 und andererseits in einen Referenzzweig 105 eingekoppelt wird.

[0021] Die in den Meßzweig 103 eingekoppelte Strahlung wird wiederum über eine Faseroptik 107 zu einem Sender 133 geleitet, der diese Strahlung in Form einer Kugelwelle 137 aussendet. Diesem Sender 133 ist mit dem Bauteil, dessen Position zu bestimmen ist bzw. mit einem zugeordneten Bauteil, das mit dem Bauteil, dessen Position zu bestimmen ist, in einer festen Relation steht, fest verbunden. Dem Sender 133 sind Reflektorkugeln 135 zugeordnet, durch die auftreffende Bruchteile der vom Sender 133 abgestrahlte Kugelwelle 137 jeweils zurückreflektiert werden, vorzugsweise wird die auf die Reflektorkugeln 135 auftretende Strahlung durch die Reflektorkugeln 135 fokussiert. Die zurückreflektierte Strahlung wird vom Sender 133, der gleichzeitig Empfänger 134 ist, wieder in die Faseroptik 107 des Meßzweiges 103 eingekoppelt. Und gelangt somit wiederum zum Mixer 127.

[0022] Es kann auch vorgesehen sein anstelle der Reflektorkugeln 135 Empfänger vorzusehen und die aufgenommene Strahlung dem Mixer 127 zuzuführen.

[0023] Die in den Referenzzweig 105 eingekoppelte Strahlung wird über Faseroptik 107 in eine der bereits zuvor beschriebene Drehspiegelanordnung 2 entsprechende Drehspiegelanordnung 102 eingekoppelt. Diese Drehspiegelanordnung 102 weist eine Drehachse 109 auf, wobei die Spiegel 113 der Drehspiegelanordnung 2 mittels eines zugeordneten Antriebes 110 rotatorisch angetrieben werden. Der für den Drehantrieb der Drehspiegelanordnung 102 vorgesehene Antrieb 111 wird durch eine Steuerungseinrichtung 130

angesteuert. Die aus den drehenden Spiegeln 113 austretende Strahlung trifft auf einen zugeordneten Endspiegel 115 der senkrecht zu der in die Drehspiegelanordnung 102 eingekoppelten Strahlung angeordnet ist, und wird von diesem Spiegel 115 zurückreflektiert. Dieser Endspiegel 115 ist mittels eines zugeordneten Antriebes 117, vorzugsweise mittels eines Galvanometers 119, translatorisch antreibbar. Durch diesen zugeordneten Antrieb 117 wird mindestens ein Hub von dem zweifachen Abstand der parallel zueinander angeordneten Spiegel 113 der Drehspiegelanordnung 102 gewährleistet. Die jeweilige Position des Endspiegels 115 wird über eine Signalleitung 121, mittels derer dieser Antrieb 117 auch ansteuerbar ist, einer Auswerteeinrichtung 131 zugeführt. Die Ansteuerung des Antriebes 117 wird genauso wie die Ansteuerung des Antriebes 111 durch die Steuereinrichtung 130 veranlaßt. Es kann auch vorgesehen sein die Steuereinrichtung 130 als Einheit mit einer Auswerteeinrichtung 131 auszuführen.

[0024] Die von dem Endspiegel 115 zurückreflektierte Strahlung wird über die Spiegel 113 wiederum in die Faseroptik 107 des Referenzzweiges 105 eingekoppelt und gelangt über diese Faseroptik 107 wiederum zum Mixer 127. In dem Mixer 127 wird die vom Meßzweig 103 zurücklaufende Strahlung mit der vom Referenzzweig 105 zurückgelaufenen Strahlung überlagert. Dem Mixer 127 ist ein Detektor 129 zugeordnet, durch den ein Interferieren der überlagerten Strahlung detektiert wird. Aus den detektierten Interferenzerscheinungen sind die Laufzeiten vom Sender 133 zu den Reflektorkugeln 135 und zurück ableitbar. Vorzugsweise sind mindestens 4 Reflektorkugeln 135 vorgesehen, so daß aus diesen Signalen die Position des zu bestimmenden Bauteiles exakt ermittelbar ist. Durch die Drehspiegelanordnung 102 wird ständig der Bereich, in dem sich das zubestimmende Bauteil befinden kann durch Erzeugung eines entsprechenden von der Strahlung im Referenzzweig zurückzulegenden Weges, abgescannt.

[0025] Eine Abgleichung zwischen den durch die Faseroptik im Referenzzweig 105 und im Meßzweig 103 begründeten optische Wege kann mittels am Sender 133 zurückreflektierter Strahlung, die somit die Faseroptik 107 nicht verlassen hat, ermittelt bzw. abgeglichen werden.

[0026] Es kann auch vorgesehen sein die vom Sender 133 ausgesendete Kugelwelle 137 mit einer Vorzugsrichtung zu versehen, so daß die Amplitude der Kugelwelle in Abhängigkeit vom Raumwinkel variiert. Aus ermitteltem Laufzeitsignal und der Intensität der Interferenzerscheinung kann somit über den Abstand vom Sender 133 zur Reflektorkugel 135 hinaus auch noch auf den Raumwinkel, in dem sich die Reflektorkugel 135 in bezug auf den Sender 133 befindet geschlossen werden.

[0027] Unter Einbeziehung der Intensität, wobei die abgestrahlte Kugelwelle 137 eine Vorzugsrichtung aufweist, kann die Position des zu bestimmenden Bautei-

EP 1 092 943 A1

8

les in einem vorbestimmten Raumvolumen mittels drei Reflektorkugeln 135 eindeutig bestimmt werden. Eine unsymmetrische Anordnung der Reflektorkugeln 135 hat sich als vorteilhaft herausgestellt, um die Anzahl an erforderlichen Reflektorkugeln 135, die zur Bestimmung der exakten Position des zu bestimmenden Bauteils bzw. des Sender 133 erforderlich sind, zu minimieren. Es kann auch vorgesehen sein, daß eine Interferometeranordnung 101 für eine exakte Positionsbestimmung, wobei die ungefähre Position des zu bestimmenden Bauteils bereits bekannt ist, zu verwenden.

[0028] In Figur 6 ist eine mögliche Signalabfolge von detektierten Interferenzerscheinungen schematisch dargestellt. Das Signal L 1 geht dabei auf den mit 1 bezifferte Reflektorkugel 135 zurück. Das zeitlich zuerst detektierte Interferenzereignis L 1 entspricht dem kürzesten Abstand zwischen Sender 133 und einer Reflektorkugel 135. Entsprechend dem Abstand zwischen der Reflektorkugel 135 und dem Sender 133 werden die Interferenzereignisse in zeitliche Abfolge detektiert.

[0029] Die Verwendung einer Drehspiegelanordnung 2, 102 in einer Vorrichtung zur lokalen Positionsbestimmung ist eine mögliche Verwendung. Die Drehspiegelanordnung ist nicht beschränkt auf solche eine Verwendung zu sehen.

Bezugszeichenliste:

[0030]

1	Interferometeranordnung
2	Drehspiegelanordnung
3	Meßzweig
4	Strahl
5	Referenzzweig
7	reflektierende Flächen
9	Drehachse
10	Drehantrieb
11	Spiegelsystem
13	Strahlleiter
15	Endspiegel
17	Stellweg
19	Einfallswinkel
25	Strahlungsquelle
26	Strahl
27	Strahlteiler
29	Detektor
31	vordere Öffnung
33	hintere Öffnung
100	Vorrichtung zu lokalen Positionsbestimmung
101	Interferometeranordnung
102	Drehspiegelanordnung
103	Meßzweig
105	Referenzzweig
107	Faseroptik
109	Drehachse
111	Antrieb

113	Spiegel
115	Endspiegel
117	Antrieb
119	Galvanometer
121	Signalleitung
123	Lichtquelle
125	Supertumineszens-Diode
127	Mixer
129	Detektor
130	Steuereinrichtung
131	Auswerteeinrichtung
133	Sender
134	Empfänger
135	Reflektorkugel
137	Kugelwelle

Patentansprüche

1. Interferometer mit einem Referenzzweig und einem Meßzweig, wobei der Referenzzweig zwei zueinander gewandt angeordnete reflektierende Flächen aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierenden Flächen (7, 107) unter Beibehaltung ihrer relativen Anordnung um eine Drehachse (109) rotiert werden.
2. Interferometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den reflektierenden Flächen (7, 107) ein Drehantrieb (101) zugeordnet ist.
3. Interferometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß reflektierende Flächen (7, 107) eine Reflektivität von mindestens 90 % aufweisen.
4. Interferometer nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die reflektierenden Flächen zueinandergewandt mit konstantem Abstand und parallel zueinander angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß durch die reflektierenden Flächen (7, 107) ein Strahlleiter (13) gebildet wird, der eine vordere Öffnung (31) und eine hintere Öffnung (33) aufweist, wobei die Drehachse (9) im Bereich der vorderen Öffnung (31) angeordnet ist.
5. Interferometer nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlleiter (13) mit der Drehachse (9) fest verbunden ist.
6. Interferometer nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß den reflektierenden Flächen (7, 107) ein Endspiegel (15, 115) zugeordnet ist, der senkrecht zu dem Strahl des Referenzzweiges (5, 105), der in den Strahlleiter (13) eingekoppelt wird bzw. zwischen den Spiegeln (113) reflektiert wird, angeordnet ist.

9

EP 1 092 943 A1

7. Interferometer mindestens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Endspiegel (15, 115) translatorisch bewegt werden kann.
8. Interferometer nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Endspiegel (15, 115) mindestens um den Stellweg (17, 117) $2 \cdot D$ senkrecht zum einzukoppelnden Strahl verfahrrbar ist, wobei D der maximale Abstand zwischen den reflektierenden Flächen (7, 117) ist.
9. Interferometer mindestens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Endspiegel (15, 115) stufenlos verfahrrbar ist.
10. Vorrichtung zur Positionsbestimmung eines Bauteils, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Drehspiegelanordnung (2, 102) gemäß mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche umfaßt.

25

30

35

40

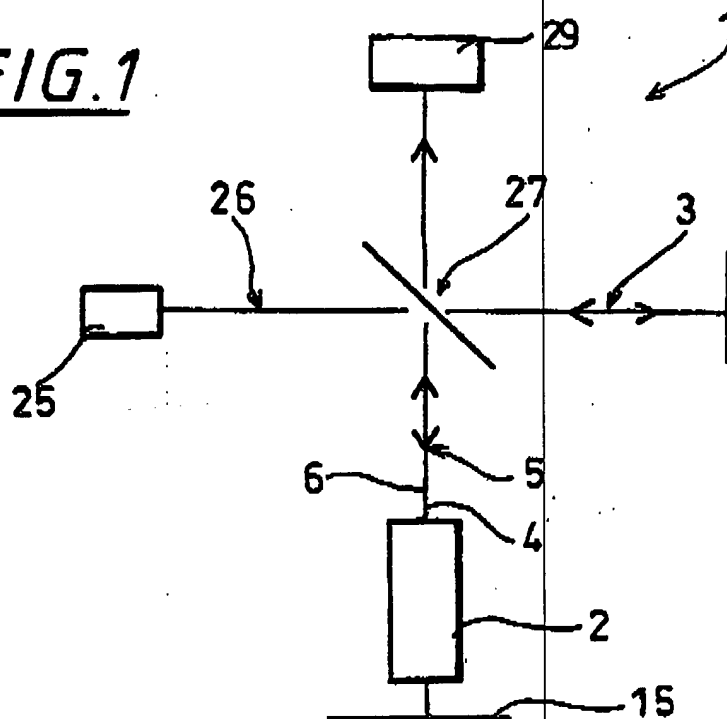
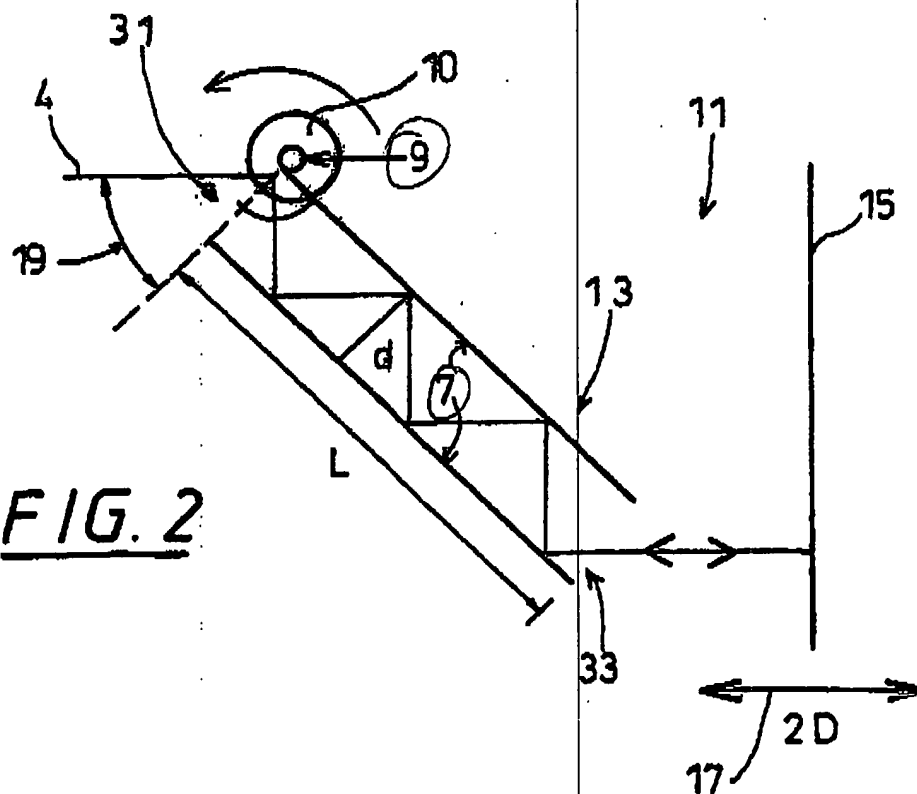
45

50

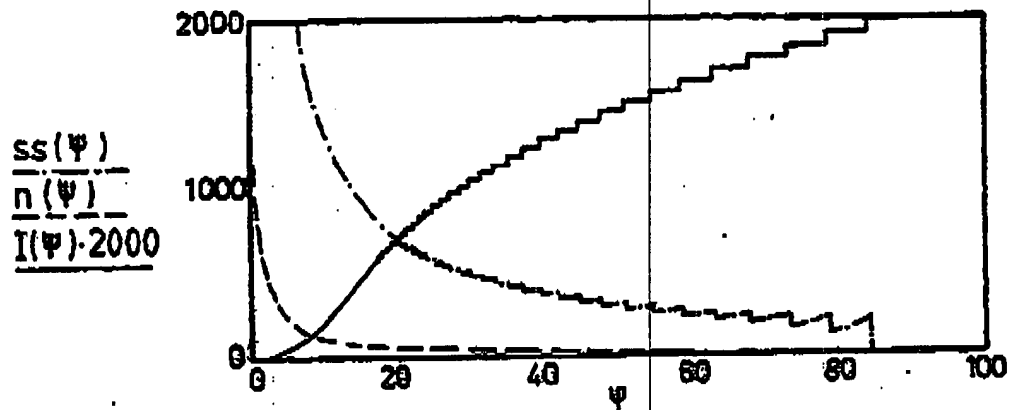
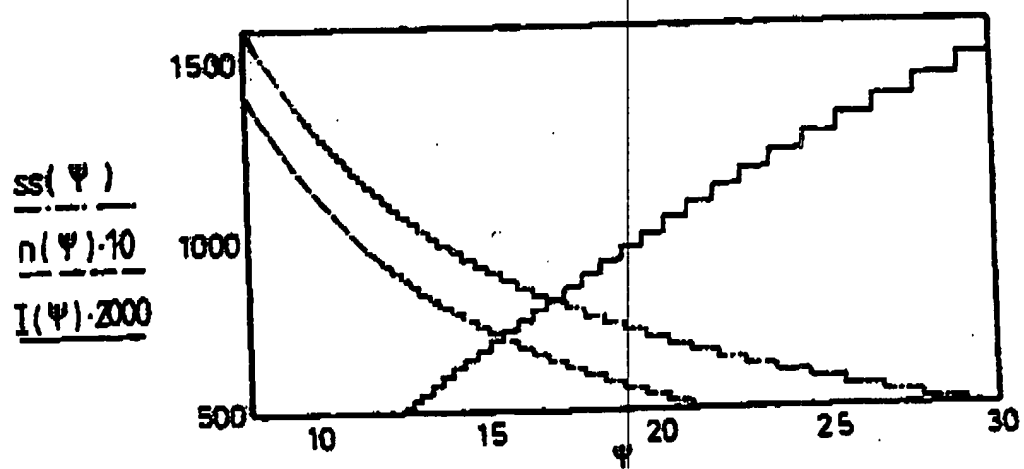
55

10

EP 1 092 943 A1

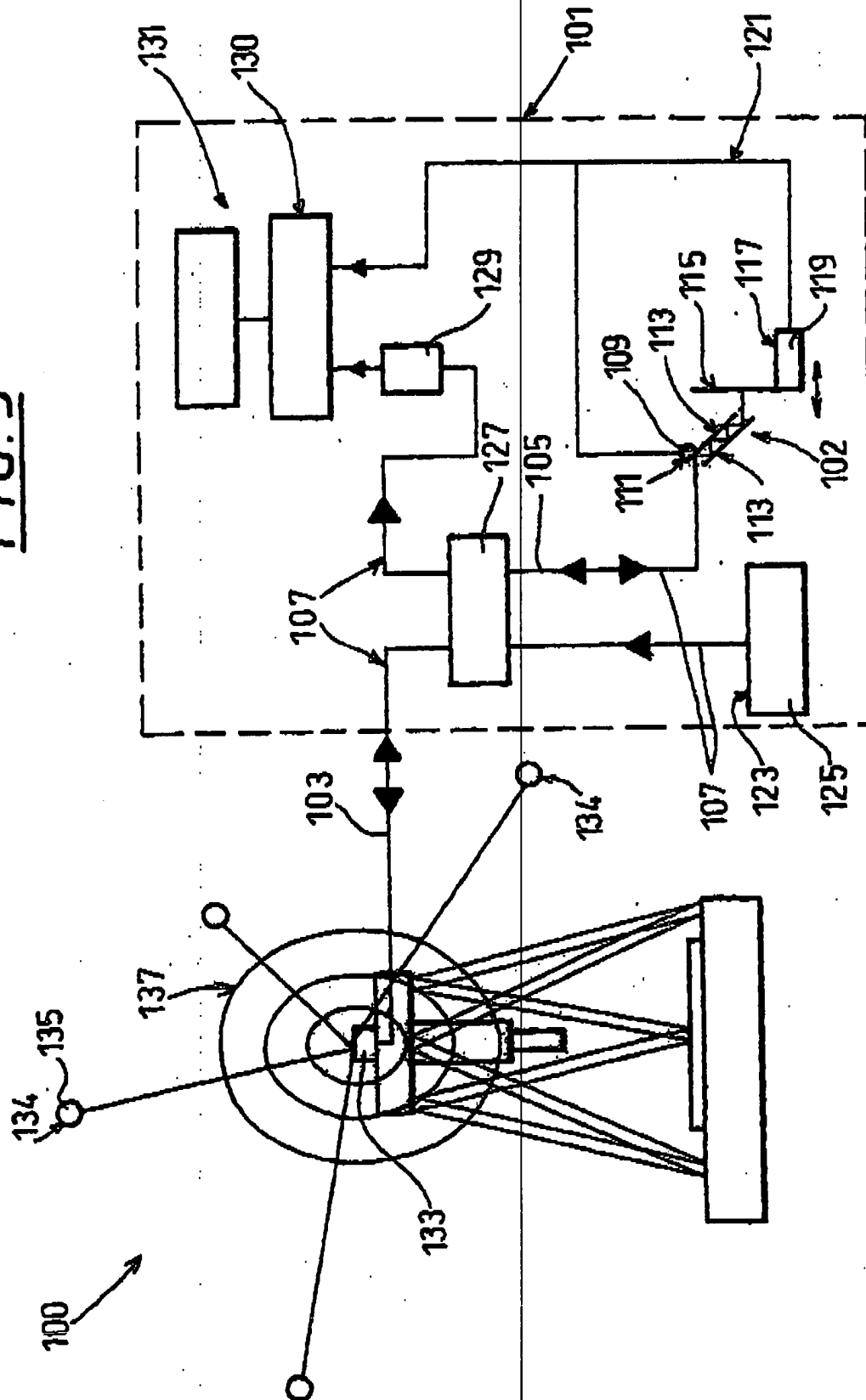
FIG. 1FIG. 2

EP 1 092 943 A1

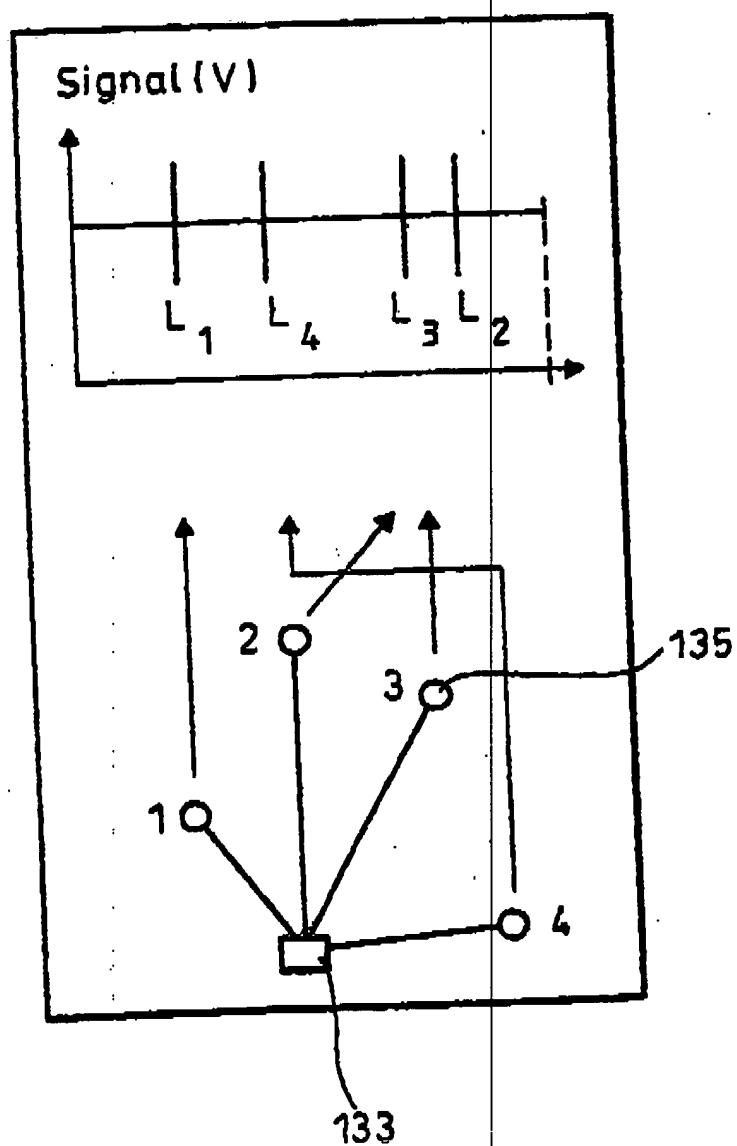
FIG. 3FIG. 4

EP 1 092 943 A1

FIG. 5



EP 1 092 943 A1

FIG. 6

EP 1 092 943 A1

Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 12 0888

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IntCl7)
X	US 4 681 445 A (PHILIPS) 21. Juli 1987 (1987-07-21) * Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 18; Abbildung 1 *	1	601B9/02 601J3/453 A61B3/107
X	WO 96 35100 A (MERIDIAN) 7. November 1996 (1996-11-07) * Anspruch 1; Abbildungen 1,3 *	1	
X	DE 34 46 014 A (DFVLR) 26. Juni 1986 (1986-06-26) * Seite 10, Zeile 4 - Zeile 21; Abbildung 1 *	1	
A	EP 0 705 562 A (ZEISS) 10. April 1996 (1996-04-10) * Abbildung 5 *	10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IntCl7)
			601B 601J A61B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 16. Januar 2001	
		Prüfer Mielke, W	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technischer Hintergrund O: nichttechnische Offenbarung P: Zwischenliteratur			

EP 1 092 943 A1

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 00 12 0888

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-01-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4681445 A	21-07-1987	GB 2162334 A	29-01-1986
		GB 2171536 A	28-08-1986
		AU 580490 B	12-01-1989
		AU 4502885 A	23-01-1986
		AU 578959 B	10-11-1988
		AU 4505185 A	23-01-1986
		DE 3585380 A	26-03-1992
		DE 3585758 A	07-05-1992
		EP 0171836 A	19-02-1986
		EP 0171837 A	19-02-1986
		JP 1938129 C	09-06-1995
		JP 6060802 B	10-08-1994
		JP 61038405 A	24-02-1986
		JP 2069855 C	10-07-1996
		JP 7113580 B	06-12-1995
		JP 61038431 A	24-02-1986
		US 4726657 A	23-02-1988
WO 9635100 A	07-11-1996	EP 0877913 A	18-11-1998
		US 6144456 A	07-11-2000
DE 3446014 A	26-06-1986	KEINE	
EP 705562 A	10-04-1996	US 5491524 A	13-02-1996
		CA 2156897 A	06-04-1996
		CN 1128131 A	07-08-1996
		DE 69519355 D	14-12-2000
		JP 8206075 A	13-08-1996
		SG 32516 A	13-08-1996

EPO FORM P0006

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.